

PCT/JP 2004/014561

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

28. 9. 2004

REC'D 11 NOV 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 9 月 3 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 4 0 9 3 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 4 0 9 3 8]

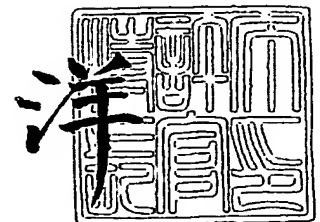
出 願 人 株式会社 R E O 研究所
Applicant(s): 独立行政法人産業技術総合研究所

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 0 月 2 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 9 7 8 4 5

【書類名】 特許願
【整理番号】 RE00301
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 C02F 1/00
C02F 1/36
C02F 1/40
C02F 1/46

【発明者】
【住所又は居所】 茨城県つくば市小野川 1 6 - 1 独立行政法人産業技術総合研究所内
【氏名】 高橋 正好

【発明者】
【住所又は居所】 宮城県桃生郡矢本町大曲字下台 1 2 8 - 1 5 2 株式会社 R E O 研究所内
【氏名】 千葉 金夫

【特許出願人】
【住所又は居所】 宮城県桃生郡矢本町大曲字下台 1 2 8 - 1 5 2
【氏名又は名称】 株式会社 R E O 研究所

【特許出願人】
【識別番号】 301021533
【氏名又は名称】 独立行政法人産業技術総合研究所

【代理人】
【識別番号】 100078776
【弁理士】
【氏名又は名称】 安形 雄三

【選任した代理人】
【識別番号】 100114269
【弁理士】
【氏名又は名称】 五十嵐 貞喜

【選任した代理人】
【識別番号】 100093090
【弁理士】
【氏名又は名称】 北野 進

【選任した代理人】
【識別番号】 100119194
【弁理士】
【氏名又は名称】 石井 明夫

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 010836
【納付金額】 10,500円

【その他】 国以外のすべての者の持分の割合 1 / 2

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

液体中に浮遊する微小気泡が前記微小気泡中に含まれる気体の自然溶解により徐々に縮小し、やがて消滅する過程において、前記微小気泡が縮小している段階で刺激を与えることにより縮小する速度を加速させ、前記微小気泡を消滅させることを特徴とする微小気泡の圧壊方法。

【請求項 2】

前記微小気泡が縮小することにより、前記微小気泡が断熱圧縮的な変化を起し、超高压で超高温な領域を前記微小気泡内部に形成する請求項 1 に記載の微小気泡の圧壊方法。

【請求項 3】

前記微小気泡の気液界面において電荷密度の急激な上昇を伴う請求項 1 または 2 に記載の微小気泡の圧壊方法。

【請求項 4】

前記微小気泡を圧壊させることにより、前記微小気泡内部または前記微小気泡周囲に存在する物質の分解を行う活性酸素種等のフリーラジカル種の生成を伴う請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の微小気泡の圧壊方法。

【請求項 5】

前記溶液中に溶解もしくは浮遊している化学物質の組成変化をもたらす請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の微小気泡の圧壊方法。

【請求項 6】

前記溶液中に存在する細菌類、ウイルス類その他の微生物を死滅させる請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の微小気泡の圧壊方法。

【請求項 7】

前記刺激は、放電発生装置を用いて前記容器内で放電を行うことである請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の微小気泡の圧壊方法。

【請求項 8】

前記刺激は、超音波発信機によって前記容器内へ超音波の照射を行うことである請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の微小気泡の圧壊方法。

【請求項 9】

前記超音波発信機は、前記容器に接続された微小気泡発生装置の微小気泡含有液体排出口と前記微小気泡発生装置の取水口との間に接続され、前記超音波発信機によって前記容器内へ連続的に超音波を照射することにより前記刺激を行う請求項 8 に記載の微小気泡の圧壊方法。

【請求項 10】

前記刺激は、前記容器内の前記微小気泡含有液体を循環ポンプにより前記微小気泡含有液体の一部を循環させ、循環系配管内に備えつけられた単一若しくは多数の孔を持つオリフィスもしくは多孔板を通過させることで圧縮、膨張および渦流を生じさせることである請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の微小気泡の圧壊方法。

【請求項 11】

前記刺激は、前記容器に循環回路を形成した場合において、前記容器内の微小気泡含有液体を前記循環回路へ前記微小気泡含有溶液を取り入れた後、前記循環系配管内に備えつけられた単一若しくは多数の孔を持つオリフィスもしくは多孔板を通過させることで圧縮、膨張および渦流を生じさせることである請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の微小気泡の圧壊方法。

【請求項 12】

前記循環用ポンプは、押出し側に 0.3 MPa 以上の圧力を与える請求項 10 に記載の微小気泡の圧壊方法。

【請求項 13】

前記刺激は、触媒の存在下で酸化剤を反応させ、その時に生じる触媒的効果を利用することである請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の微小気泡の圧壊方法。

【請求項 1 4】

前記触媒は銅であり、前記酸化剤はオゾンまたは過酸化水素である請求項 1 3 に記載の微小気泡の圧壊方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】微小気泡の圧壊

【技術分野】

【0001】

本発明は、あらゆる技術分野にその有用性が潜在し、特に水に対しての処理に関わる技術分野にその有用性が顕在化した微小気泡（マイクロバブル）の圧壊方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

直径が $50\mu\text{m}$ 以下の気泡（微小気泡）は、通常の気泡とは異なった性質を持つことが知られているが、未だ十分に微小気泡の性質等は解明されていない。そのため、近年開発されている様々な微小気泡発生装置は、水溶液中にある種の気体を微小気泡として発生させるのみであって、微小気泡がもつ潜在的な性質を引き出すための工夫は皆無に近い。微小気泡を利用した従来技術としては、例えば以下のような文献がある。

【特許文献1】特開2002-143885号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

特許文献1に記載された内容は、微小気泡によって生物の生理活性が促進されることにより新陳代謝機能が高められ、その結果として成長が促進されるといった内容であり、魚介類の養殖業等の分野において大きな利点を示しているものの、微小気泡を圧壊させるといった内容ではない。

【0004】

気泡の圧壊現象を利用した技術としては、気泡に超音波を当てる方法がある。しかし、この方法は圧壊の対象となる気泡の生成を超音波自身によるキャビテーション作用に依存させているため効率が極めて悪く、また、その機能も制限されたものであるため、実用化が困難といった問題がある。なお、このときに発生するキャビテーション気泡は大部分が水蒸気であり、また気泡もマイクロ秒程度の極めて短い時間しか存在しないため、気泡中に存在する気体の効果や、気泡の気液界面に形成される電荷の効果を圧壊の機能において利用できないといった問題もある。

【0005】

本発明は、微小気泡の圧壊方法について開示すると共に、微小気泡を圧壊したときに得られる物理的及び化学的な作用、放電による微小気泡の圧壊方法、超音波を用いた微小気泡の圧壊方法、及び渦流を利用した微小気泡の圧壊方法、及び酸化剤の触媒的反応を利用した微小気泡の圧壊方法を提供し、従来技術では不可能とされてきた細菌類やウイルス類等の分解を行うことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、微小気泡の圧壊方法に関するものであり、上記目的は、液体中に浮遊する微小気泡が微小気泡中に含まれる気体の自然溶解により徐々に縮小し、やがて消滅する過程において、微小気泡が縮小している段階で刺激を与えることにより縮小する速度を加速させ、微小気泡を消滅させることにより達成される。

【0007】

また本発明は、微小気泡が縮小することにより、微小気泡が断熱圧縮的な変化を起し、超高圧で超高温な領域を微小気泡内部に形成することによって、或は微小気泡の気液界面において電荷密度の急激な上昇を伴うことによって、より効果的に上記目的が達成される。

【0008】

本発明は、微小気泡を圧壊することにより、微小気泡内部または微小気泡周囲に存在する物質の分解を行う活性酸素種等のフリーラジカル種の生成を伴うことによって、或は液

体中に溶解もしくは浮遊している化学物質の組成変化をもたらすことによって、或は液体中に存在する細菌類、ウイルス類その他の微生物を死滅させることによって、より効果的に達成される。

【0009】

また、刺激は、放電発生装置を用いて容器内で放電を行うことにより、或は超音波発信機によって容器内へ超音波の照射を行うことにより、或は超音波発信機は、容器に接続された微小気泡発生装置の微小気泡含有液体排出口と微小気泡発生装置の取水口との間に接続され、超音波発信機によって容器内へ連続的に超音波を照射することにより刺激を行うことにより、容器内の微小気泡含有液体を循環ポンプにより微小気泡含有液体の一部を循環させ、循環系配管内に備えつけられた単一若しくは多数の孔を持つオリフィスもしくは多孔板を通過させることで渦流を生じさせることにより、或は銅等の存在下でオゾンや過酸化水素等の酸化剤を分解させることによる触媒的作用により、より効果的に上記目的が達成される。

【0010】

また、刺激は、容器に循環回路を形成した場合において、容器内の微小気泡含有液体を循環回路へ微小気泡含有溶液を取り入れた後、循環系配管内に備えつけられた単一若しくは多数の孔を持つオリフィスもしくは多孔板を通過させることで渦流を生じさせることによって、或は循環用ポンプは、押出し側に 0.3 MPa 以上の圧力を与えることによって、より効果的に上記目的を達成できる。

【発明の効果】

【0011】

本発明による方法で微小気泡の圧壊をすることにより、微小気泡の縮小速度が上昇し、微小気泡の消滅と同時に微小気泡内部または微小気泡周囲に存在する物質の分解を行う活性酸素種やフリーラジカル種の生成を伴い、それにより水中に溶解もしくは浮遊している化学物質の組成変化をもたらすことによって、今まで分解が不可能であった液体中に存在する細菌類、ウイルス類その他の微生物を死滅、分解させ、フェノールのような芳香族化合物も分解することが可能となり、ほぼ全ての有害物質等を分解することが可能となった。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

微小気泡の物理的性質として、図 1 に示すように、蒸留水中での微小気泡は、気泡の気泡径に関係なく -30 ~ -50 mV 程度の電位を有している。このため、例えば水の中では図 2 に示すように気泡表面に OH^- 等の陰イオンが取り囲んでおり、その周囲に H^+ (H_3O^+) 等の陽イオンが覆っているような構造をとっている。

【0013】

また、微小気泡は通常の気泡よりも比表面積が大きく、表面張力が効果的に作用するため内圧が高い。なお、微小気泡が消滅する時の内圧は、数千気圧にも達するということが学説で定着している。

【0014】

微小気泡は通常の気泡に比べて上昇速度が緩慢であり、気体の溶解能力（自然溶解）が優れていることが知られている。すなわち、通常の気泡が水中で発生した場合、液面方向へ上昇し、液面で気泡が破裂するのに対し、微小気泡は通常の気泡よりもゆっくりとした速度で上昇し、さらに溶解能力が優れていることから、徐々に気泡の気泡径が縮小し、やがて消滅する。図 3 は微小気泡が縮小し、やがて消滅するまでの気泡径の時間を測定したものである。微小気泡の気泡径が小さいほど自然溶解によって微小気泡が縮小してから消滅するまでの時間が短くなる。微小気泡において、気体を溶解させるための最大の駆動力は表面張力の作用による自己圧縮効果である。環境圧に対しての微小気泡内部の圧力上昇は理論的に Young-Laplace の式により推測される。

(数 1)

$$\Delta P = 4\sigma / D$$

ここで、 ΔP は圧力上昇の程度であり、 σ は表面張力、 D は気泡直径である。室温での蒸留水の場合、直径 $10\mu\text{m}$ の微小気泡で約 0.3 気圧、直径 $1\mu\text{m}$ では、約 3 気圧の圧力上昇となる。気体はヘンリーの法則に従って水に溶解するため、自己加圧された気泡内の気体は効果的に周囲の水に溶解していく。

【0015】

これに対して微小気泡を放電、超音波、渦流等の物理的刺激を与えることで、微小気泡が自然溶解によって縮小する速度が上昇するため、微小気泡が断熱圧縮され、やがて微小気泡は消滅する（圧壊）。このとき、微小気泡は断熱圧縮していたことから、微小気泡が消滅する時に超高温、超高压の極限反応場が形成される。

【0016】

上述したように、水中に存在している気泡はマイナスに帯電しているが、気液界面には pH 等の環境条件に応じて飽和した電荷が存在しており、微小気泡のゼータ電位により観測することができる。この電荷は水中の電解質イオン等によってもたらされるのではなく、水自体の持っている構造的な要因に基づいている。すなわち、気液界面における水素結合ネットワーク構造がバルク中での構造と異なることに起因した OH^- や H^+ の界面吸着による電荷の発生による。この構造の形成は熱分子運動を抑制する作用も併せ持つため、電荷密度の増減が生じた場合に平衡条件に戻るまでに数秒程度の時間を要する。

【0017】

微小気泡の自然溶解による気泡の縮小は、気液界面の表面積の減少を伴う。この気液界面の表面積は図3に示すように小さな気泡になるほど加速度的に減少する。気液界面の表面積の減少速度が遅い場合においては、気液界面の電荷密度はほぼ平衡を保った条件で推移する。しかし、図4に示すように気泡径が $10\mu\text{m}$ 以下になると電荷の散逸が縮小速度に追いつかなくなり、平衡からの逸脱に伴うゼータ電位の上昇として観測される。ただし、自然溶解による気液界面の表面積の減少はさほど急激でないため、消滅寸前においても電荷密度の値は平衡時の数倍程度にとどまる。

【0018】

これに対して、本発明における微小気泡の圧壊時には、気液界面の表面積の減少速度が非常に大きく、電荷は殆ど散逸することなく平衡から逸脱する。その結果、極めて電荷密度の高い領域が形成される。気泡径 $20\mu\text{m}$ の微小気泡が $0.5\mu\text{m}$ 以下にまで圧壊された場合、電荷密度は平衡時の 1000 倍以上に至る。

【0019】

圧壊により形成された極めて高密度な電荷は非平衡条件であるため、極めて不安定であり、単純な散逸とは異なる現象で安定な状態へと復帰する。すなわち、圧壊過程にある気泡界面と周囲との間に極めて急激な電位勾配が形成され、放電などによる電子の移動に伴い、電荷条件の再平衡が実現される。

【0020】

これは極めて高密度なエネルギー場の形成を意味しており、水中で行った場合、周囲の水分子の分解によるフリーラジカル種の形成を伴う。また、電荷の担い手が OH^- や H^+ であるため、放電による電荷の中和に伴って、 $\cdot\text{OH}$ や $\cdot\text{H}$ というフリーラジカル種の生成がなされる。

【0021】

このフリーラジカル種は反応性が非常に高いため、溶液中に溶解もしくは浮遊している様々な化合物と反応し、溶液中の化合物を組成変化または分解する。また、圧壊時に超高温、超高压状態の極限反応場が形成されるため、従来には不可能とされてきた、細菌類、ウイルス類等の微生物を分解、死滅させることも可能となり、フェノール等の芳香族を含む化合物も分解できる。圧壊することにより分解することができる物質としては、ほぼ全ての有機化合物、 FeSO_4 、 CuNO_3 、 AgNO_3 、 MnO_2 のような無機化合物、ダイオキシン類、PCB、フロン、細菌類、ウイルス類等が挙げられる。

【0022】

次に微小気泡の圧壊方法について説明する。

【0023】

図5は微小気泡を放電により圧壊させるための装置の側面図である。微小気泡発生装置3は取水口31によって容器1内の溶液を取りこみ、微小気泡発生装置3内に微小気泡を作成するための気体を注入する注入口（図示せず）から気体が注入され、取水口31によって取りこんだ溶液と混合させて、微小気泡含有溶液排出口32から微小気泡発生装置3で作成した微小気泡を容器1内へ送る。これにより、容器1内に微小気泡が発生する。容器1内には、陽極21と陰極22があり、陽極21と陰極22は放電発生装置2に接続されている。

【0024】

まず、液体の入った容器1内に微小気泡発生装置3を用いて微小気泡を発生させる。微小気泡を生成させやすい容器1内の液体としては、水（蒸留水、水道水等を含む）、海水等がより好ましいが、油、アルコール類、アセトン、トルエン、石油等の有機溶媒等でもよい。以下、溶液が水の場合について説明するが、本発明を限定するものではない。

【0025】

放電発生装置2を用いて、容器1内で水中放電を行う。この水中放電を行う際、より効果的に圧壊を起すために、容器1内の微小気泡の飽和気泡濃度が50%以上に達している場合が好ましい。飽和気泡濃度が50%以上達している場合に、水中放電を行うとより効率よく微小気泡の圧壊を起すことができる。また、水中放電の電圧は2000V～3000Vが好ましい。

【0026】

水中放電による刺激により、水中の微小気泡の自然溶解による縮小速度が上昇し、やがて圧壊（消滅）する。そして微小気泡の消滅と同時に、極限反応場が形成されるとともに、水の分解による $\cdot\text{OH}$ や $\cdot\text{H}$ のようなフリーラジカルが発生し、水中に存在している物質等を分解する。

【0027】

微小気泡発生装置3で微小気泡を作成するための気体は限定されるものではなく、空気でもよいが、オゾンや酸素で微小気泡を発生させてもよい。酸化効率の高い酸素やオゾンで微小気泡を発生させると、圧壊時に、より多くのフリーラジカル種が発生し、量的な面だけでなく質的な面でも優れた有害物質等の分解作用を生じ、併せて殺菌作用も生じる。なお、容器内の溶液に予め酸素やオゾンを含ませてから、微小気泡を発生させるようにしてもよい。

【0028】

本発明の微小気泡に放電して微小気泡を圧壊させることにより、従来まで分解が不可能であった細菌類、ウイルス類、フェノールのような芳香族化合物の分解ができるようになった。

【0029】

超音波を当てることにより、微小気泡を圧壊させる方法を説明する。なお、放電により微小気泡を圧壊させる方法と重複する個所については説明を省略する。

【0030】

図6は超音波により微小気泡の圧壊を起す装置の側面図である。微小気泡発生装置3は取水口31によって容器1内の溶液を取りこみ、微小気泡発生装置3内に微小気泡を作成するための気体を注入する注入口（図示せず）から気体が注入され、取水口31によって取りこんだ溶液と混合させて、微小気泡含有溶液排出口32から微小気泡発生装置3で作成した微小気泡を容器1内へ送る。これにより、容器1内に微小気泡が発生する。容器1には超音波発生装置4が設置されている。超音波発生装置4の設置場所は特に限定されないが、取水口31と微小気泡含有溶液排出口32の間に設置したほうが、効率よく微小気泡を圧壊させることができる。

【0031】

以下、溶液が水の場合について説明するが、本発明を限定するものではない。

【0032】

水の入った容器 1 内に微小気泡発生装置 3 を用いて微小気泡を発生させる。

【0033】

次に、超音波発生装置 4 を用いて、超音波を容器 1 内の微小気泡含有水に照射する。超音波照射により微小気泡を圧壊する際、より効果的に微小気泡の圧壊を起すために、容器 1 内の微小気泡の飽和気泡濃度が 50% 以上に達している場合が好ましい。飽和気泡濃度が 50% 以上達している場合に、超音波照射を行うとより効率よく圧壊を起すことができる。超音波の発信周波数は 20 kHz ~ 1 MHz が好ましく、超音波の照射時間は 30 秒以内が好ましいが、連続的に照射してもよい。

【0034】

従来の超音波を用いた有害物質等の分解方法は、通常の水に超音波を照射しただけであるため、圧壊によるフリーラジカルの発生効率が悪く、またその機能も不十分であり、フェノール等の芳香族化合物を分解することが出来なかったが、本発明の微小気泡に超音波を照射して微小気泡を圧壊させることにより、従来まで分解が不可能であった細菌類、ウイルス類、フェノールのような芳香族化合物の分解ができるようになった。

【0035】

次に、渦流を起すことにより、微小気泡の圧壊を起す方法を説明する。なお、放電により微小気泡を圧壊させる方法及び超音波を当てることにより微小気泡を圧壊させる方法と重複する個所については説明を省略する。

【0036】

図 7 は微小気泡を圧壊させるために渦流を用いた場合の装置の側面図である。微小気泡発生装置 3 は取水口 31 によって容器 1 内の溶液を取りこみ、微小気泡発生装置 3 内に微小気泡を作成するための気体を注入する注入口（図示せず）から気体が注入され、取水口 31 によって取りこんだ溶液と混合させて、微小気泡含有溶液排出口 32 から微小気泡発生装置 3 で作成した微小気泡を容器 1 内へ送る。これにより、容器 1 内に微小気泡が発生する。容器 1 には容器 1 内の微小気泡含有溶液を部分循環させるための循環ポンプ 5 が接続されており、循環ポンプ 5 が設置されている配管（循環配管）内には多数の孔を持つオリフィス（多孔板）6 が接続され、容器 1 と連結している。循環配管内を通過した微小気泡含有溶液は循環ポンプにより部分循環させられ、オリフィス（多孔板）6 を通過することで渦流を生じさせる。

【0037】

以下、溶液が水の場合について説明するが、本発明を限定するものではない。

【0038】

水の入った容器 1 内に微小気泡発生装置 3 を用いて微小気泡を発生させる。

【0039】

次に、この微小気泡含有水を部分循環させるために、循環ポンプ 5 に送りこむ。この循環ポンプ 5 により微小気泡含有水が押出され、オリフィス（多孔板）6 を通過後の配管内で渦流が発生する。通過時の微小気泡の膨張や圧縮作用により、および配管内で発生した渦流により電荷を持った微小気泡が渦電流を発生させることにより微小気泡が圧壊する。なお、循環ポンプ 5 とオリフィス（多孔板）6 の流路における順序は逆でもよい。

【0040】

また、オリフィス（多孔板）6 は図 7 では単一であるが、複数設置してもよく、循環ポンプ 5 は必要に応じて省略してもよい。循環ポンプ 5 を設置した場合、オリフィス（多孔板）6 方面へ押出す圧力は、0.3 MPa 以上で押出すことが好ましい。これにより、効率よく渦流を発生させることができ、微小気泡の圧壊を起すことができる。

【0041】

本発明の渦流を起して微小気泡を圧壊させることにより、従来まで分解が不可能であった細菌類、ウイルス類、フェノールのような芳香族化合物の分解ができるようになった。

【0042】

次に酸化剤の反応に伴う触媒的效果を利用し、微小気泡の圧壊を起す方法について説明する。なお、放電により微小気泡を圧壊させる方法、超音波を当てることにより微小気泡

を圧壊させる方法および渦流を発生させることにより微小気泡を圧壊させる方法と重複する個所については説明を省略する。

【0043】

図8は、酸化剤の反応に伴う触媒的效果を利用して、微小気泡の圧壊を起すための装置の側面図である。微小気泡発生装置3は取水口31によって容器1内の溶液を取りこみ、微小気泡発生装置3内に微小気泡を作成するための気体を注入する注入口（図示せず）から気体が注入され、取水口31によって取りこんだ溶液と混合させて、微小気泡含有溶液排出口32から微小気泡発生装置3で作成した微小気泡を容器1内へ送る。これにより、容器1内に微小気泡が発生する。また、容器1には酸化剤供給部7が接続されており、容器1内へ酸化剤を供給できるようになっている。

【0044】

以下、溶液が水の場合について説明するが、本発明を限定するものではない。

【0045】

水の入った容器1内に微小気泡発生装置3を用いて微小気泡を発生させる。

【0046】

次に、容器1内に触媒を入れる。触媒は特に限定されないが、例えば金属触媒である銅、パラジウム、鉄、バナジウム、錫、チタン、ジルコニウム、白金、マンガン、コバルト、ニッケル、ルビジウム、ロジウム、亜鉛等が好ましく、特に銅がより好ましい。なお、容器1内に触媒を入れた後に微小気泡を発生させてもよい。

【0047】

酸化剤供給部7から酸化剤を供給する。酸化剤としては特に限定されないが、例えばオゾン、過酸化水素、次亜塩素酸ナトリウム、二酸化マンガン、硫酸、硝酸、過マンガン酸カリウム、塩化銅、酸化銀等が好ましく、特にオゾン、過酸化水素がより好ましい。

【0048】

酸化剤を容器1内へ供給することにより、酸化剤と触媒が反応して生成する酸化力の非常に強いラジカルが発生する。このラジカルが微小気泡に衝突することにより、微小気泡の圧壊が促進される。なお、酸化剤と触媒との反応によっても水中に含まれる有害物質を分解させることができるが、酸化剤と触媒との反応に伴う触媒的效果を利用し、微小気泡を圧壊させることにより、より効率よく有害物質を分解することができ、さらに、細菌類やウイルス類等の微生物も分解、死滅させることが可能となった。

【0049】

本発明の酸化剤の反応に伴う触媒的效果を利用して、微小気泡の圧壊を起すことにより、従来まで分解が不可能であった細菌類、ウイルス類、フェノールのような芳香族化合物の分解ができるようになった。

【0050】

微小気泡を圧壊する方法の例について、以下に実施例を説明する。

【実施例1】

【0051】

図5に示されているように、容器1内にフェノールを含む水を10L入れ、微小気泡を作成するための気体をオゾンにし、微小気泡発生装置3により微小気泡を発生させ、容器1内の水を微小気泡含有水とした。なお、容器1内の微小気泡の飽和気泡濃度が50%以上になるように、微小気泡を連続的に発生させた。

【0052】

次に、放電発生装置2から2400Vの電圧で10分間に10回の水中放電を行い、微小気泡を圧壊させた。

【0053】

圧壊時の水をESRスペクトル測定を行ってみると図8に示すようなスペクトルが得られ、フリーラジカル種の存在が確認された。なお、図9のESRスペクトルはスピントラップ剤として5,5-dimethyl-1-pyrroline-N-oxide (DMP O) を添加している。これにより、フリーラジカルが発生していることがわかった。

【0054】

微小気泡の圧壊を終えた後には、フェノールは完全に分解されていた。

【実施例2】

【0055】

図6に示されているように、容器1内にフェノールを含む水を10L入れ、微小気泡を作成するための気体をオゾンにした。微小気泡発生装置3により微小気泡を発生させ、容器1内の水を微小気泡含有水とした。なお、容器1内の微小気泡の飽和気泡濃度が50%以上になるように、微小気泡を連続的に発生させた。

【0056】

次に、超音波発生装置4から200kHzの発信周波数で10分間超音波照射を行い、微小気泡を圧壊させた。

【0057】

実施例1と同様に圧壊時の水をESRスペクトル測定を行うと、図9に示したようなESRスペクトルと同様なスペクトルが得られた。

【0058】

微小気泡の圧壊を終えた後には、フェノールは完全に分解されていた。

【実施例3】

【0059】

図7に示されているように、容器1内にフェノールを含む水を10L入れ、微小気泡を作成するための気体をオゾンにした。微小気泡発生装置3により微小気泡を発生させ、容器1内の水を微小気泡含有水とした。容器1内の微小気泡の飽和気泡濃度が50%以上になるように、微小気泡を連続的に発生させた。

【0060】

次に、容器1内の微小気泡含有水を部分循環させ、微小気泡含有水の一部を循環ポンプ5がある循環配管内へと導入させた。微小気泡含有水は循環ポンプ5に導入され、0.3MPaの圧力でオリフィス（多孔板）6へと送り、渦流を発生させ微小気泡を圧壊させた。

【0061】

実施例1と同様に圧壊時の水をESRスペクトル測定を行うと、図9に示したようなESRスペクトルと同様なスペクトルが得られた。

【0062】

微小気泡の圧壊を終えた後には、フェノールは完全に分解されていた。

【実施例4】

【0063】

図8に示されているように、容器1内にフェノールを含む水を10L入れ、微小気泡を作成するための気体をオゾンにした。微小気泡発生装置3により微小気泡を発生させ、容器1内の水を微小気泡含有水とした。容器1内の微小気泡の飽和気泡濃度が50%以上になるように、微小気泡を連続的に発生させた。

【0064】

次に、容器1内に粉末状の銅触媒を5g入れ、酸化剤供給部7からオゾンガスを容器1内へ供給した。なお、オゾンガスは1g供給した。オゾンガスを供給した時にオゾンガスと銅触媒が反応したときに伴う触媒的效果により、微小気泡を圧壊させた。

【0065】

実施例1と同様に圧壊時の水をESRスペクトル測定を行うと、図9に示したようなESRスペクトルと同様なスペクトルが得られた。

【0066】

微小気泡の圧壊を終えた後には、フェノールは完全に分解されていた。

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】 蒸留水中において、微小気泡のゼータ電位を測定した図である。

【図2】水中での微小気泡の帯電のメカニズムを表わした図である。

【図3】微小気泡が縮小し消滅するまでの時間と微小気泡の気泡径の関係を表わした図である。

【図4】微小気泡の縮小に伴うゼータ電位の上昇を表わした図である。

【図5】放電装置を用いて微小気泡を圧壊させるときの装置の側面図である。

【図6】超音波装置を用いて微小気泡を圧壊させるときの装置の側面図である。

【図7】渦流を起して微小気泡を圧壊させるときの装置の側面図である。

【図8】触媒存在下で酸化剤を反応させ、微小気泡を圧壊させるときの装置の側面図である。

【図9】微小気泡を圧壊した時に発生するフリーラジカルについてのESRスペクトルである。

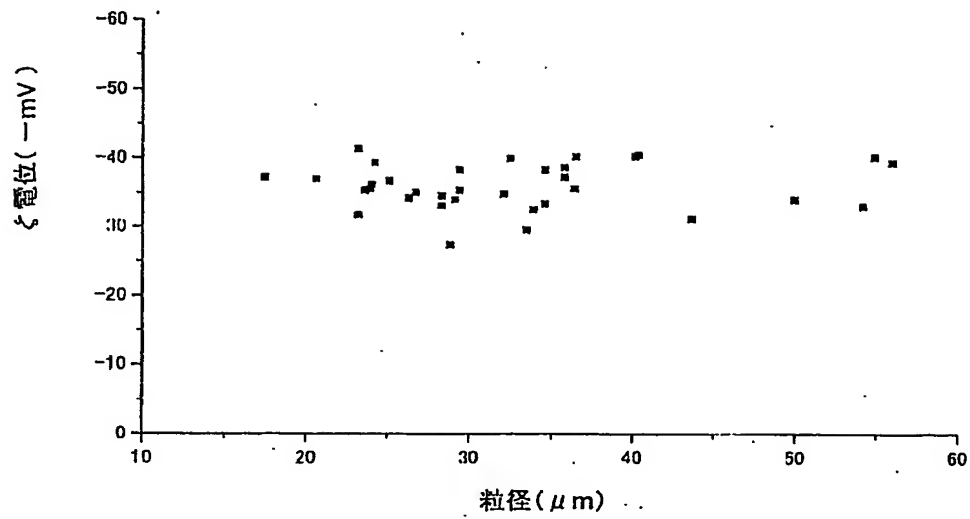
【符号の説明】

【0068】

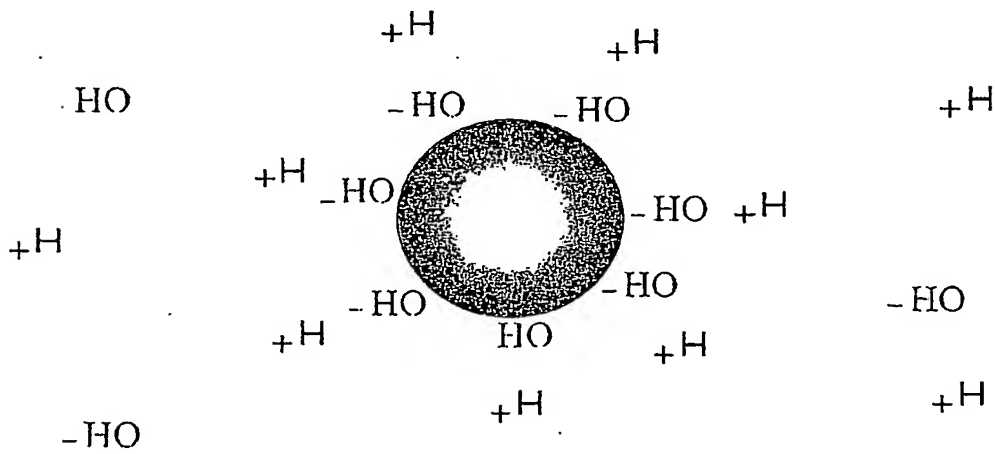
- 1 容器
- 2 放電発生装置
- 2 1 陽極
- 2 2 陰極
- 3 微小気泡発生装置
- 3 1 取水口
- 3 2 微小気泡含有溶液排出口
- 4 超音波発生装置
- 5 循環ポンプ
- 6 オリフィス（多孔板）
- 7 酸化剤供給部
- 8 触媒

【書類名】 図面

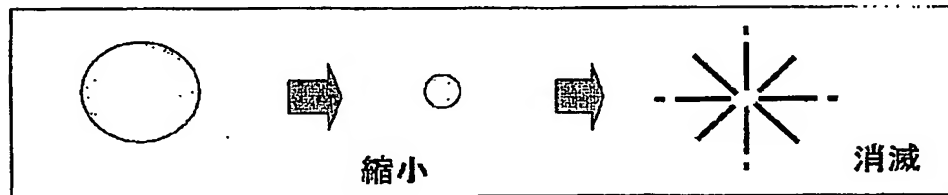
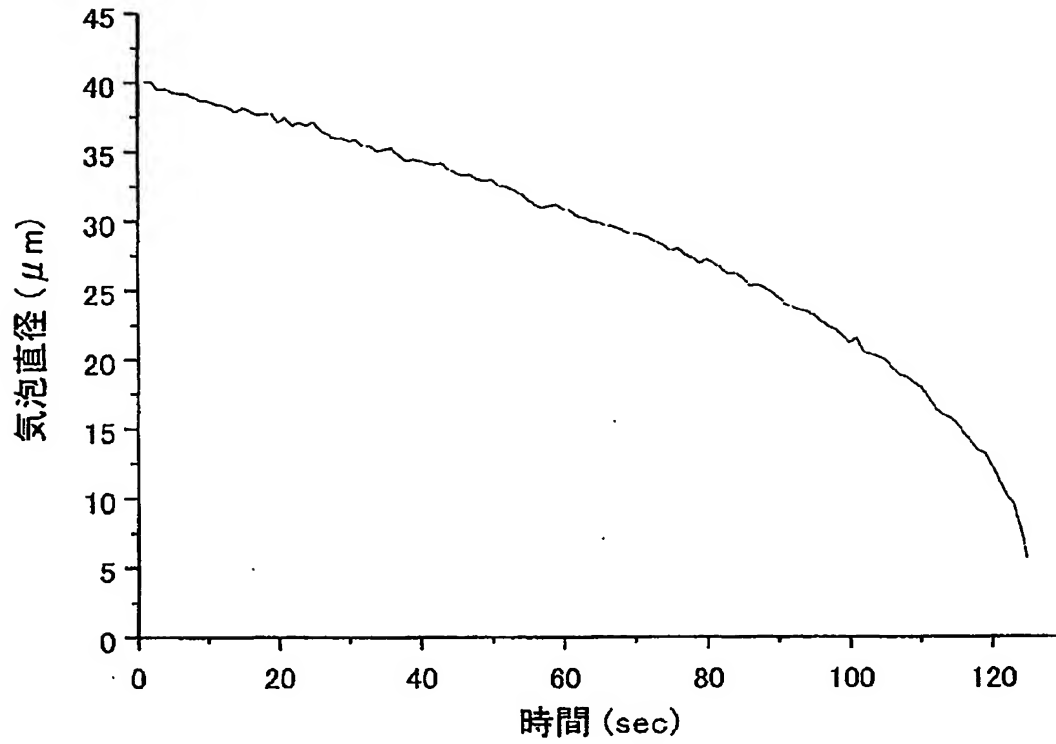
【図 1】

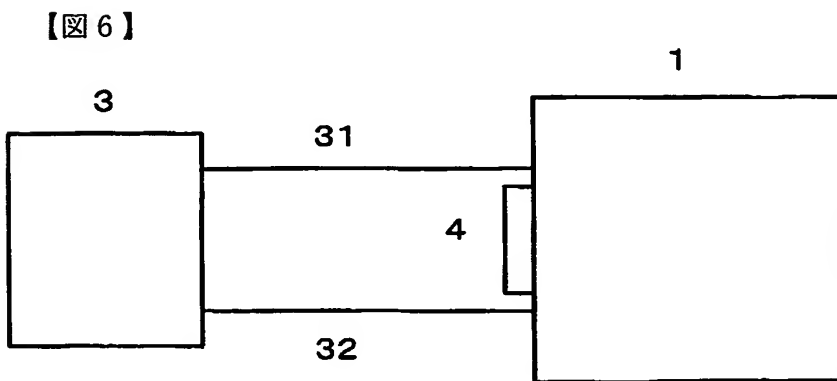
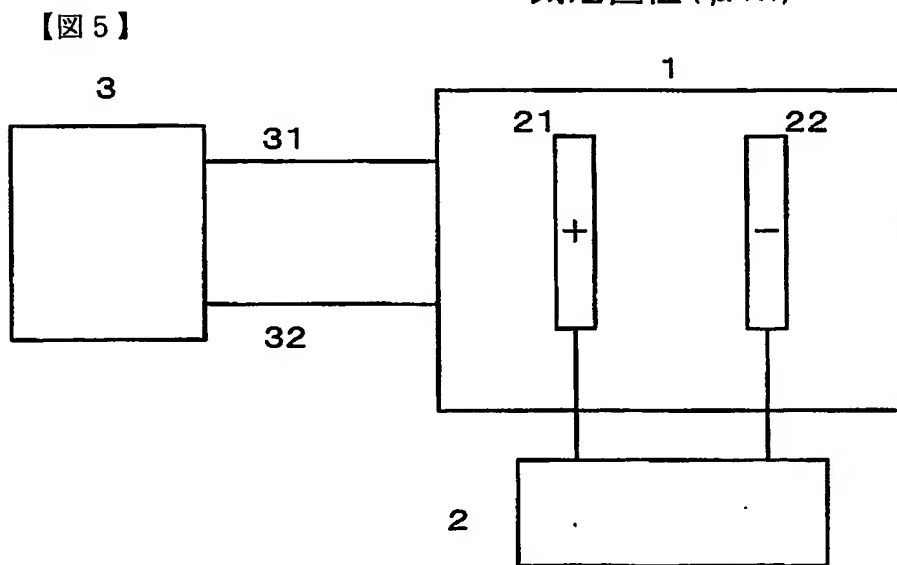
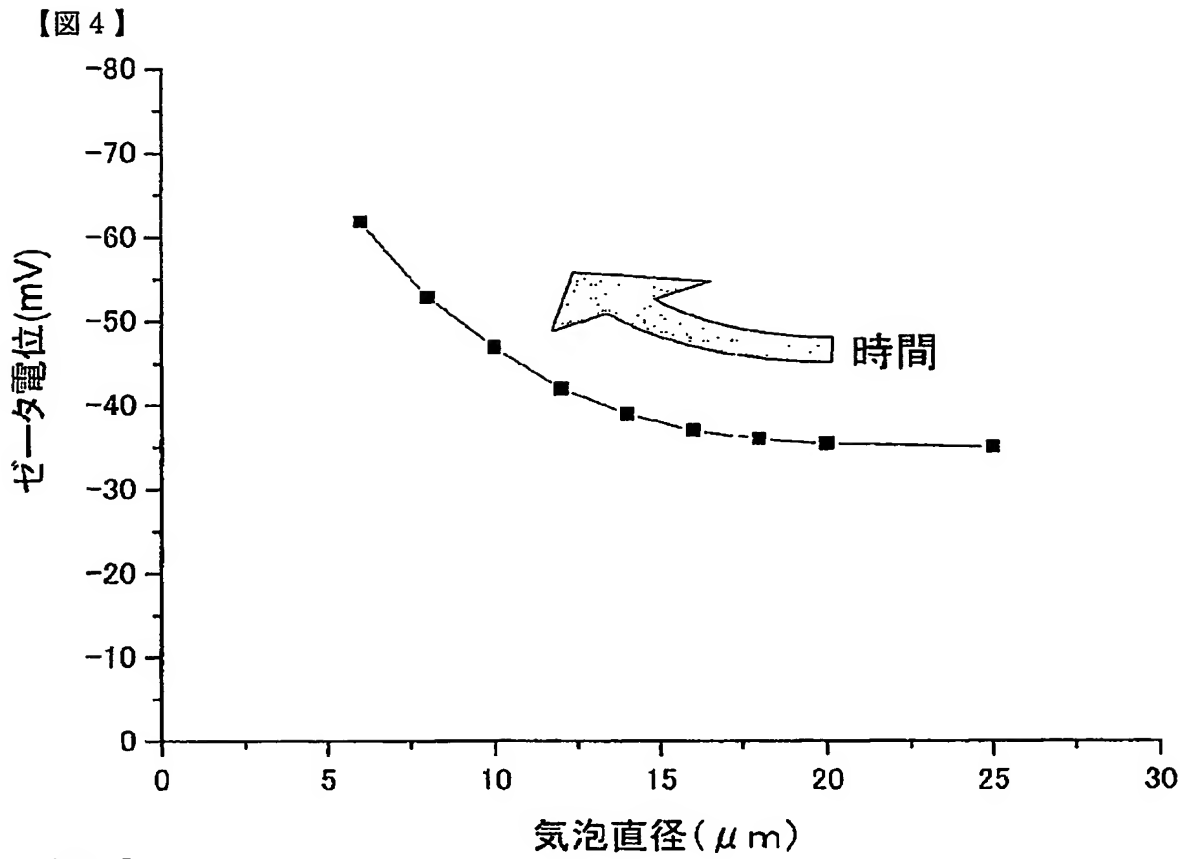


【図 2】

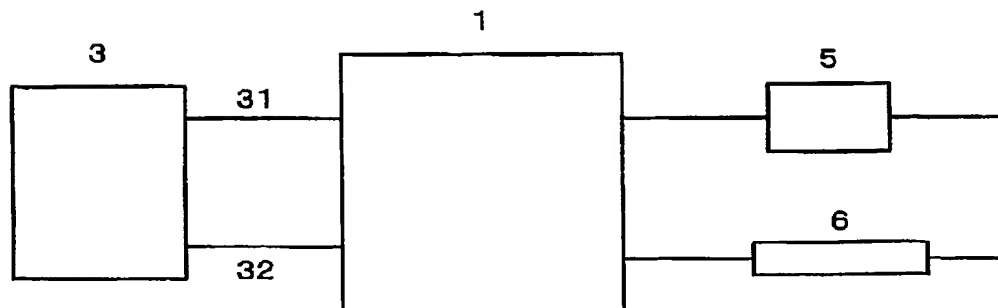


【図 3】

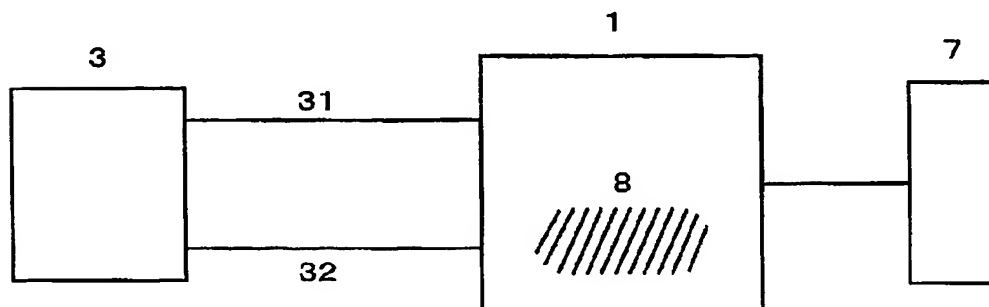




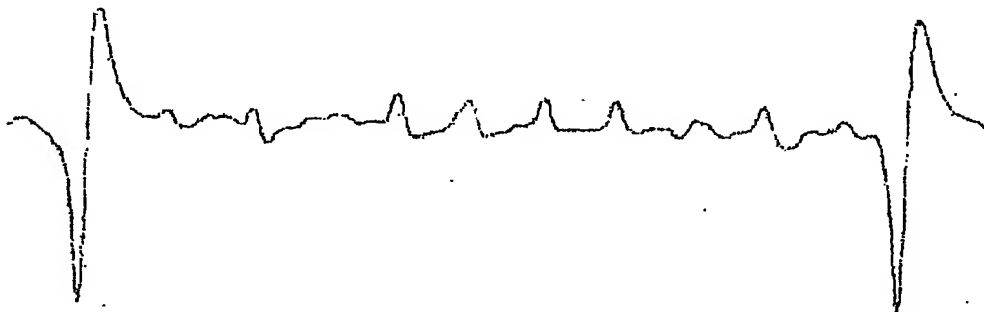
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】微小気泡を圧壊させることで、従来技術では想定できないような優れた効果を得ることを目的とする。

【解決手段】液体中に浮遊する微小気泡が前記微小気泡中に含まれる気体の自然溶解により徐々に縮小し、やがて消滅する過程において、前記微小気泡が縮小している段階で刺激を与えることにより縮小する速度を加速させ、前記微小気泡を消滅させることを特徴とする微小気泡の圧壊方法。

前記刺激は、放電発生装置を用いて前記容器内で放電を行うことにより、或は超音波発信機によって前記容器内への超音波の照射を行うことにより、循環ポンプにより前記微小気泡含有溶液の一部を循環させ、循環系配管内に備えつけられた単一若しくは多数の孔を持つオリフィスもしくは多孔板を通過させることで前記微小気泡含有水に渦流を生じさせることにより、或は酸化剤の反応に伴う触媒的效果を利用することにより行う微小気泡の圧壊方法。

【選択図】なし

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 3 4 0 9 3 8
受付番号	5 0 3 0 1 6 2 0 5 4 6
書類名	特許願
担当官	兼崎 貞雄 6 9 9 6
作成日	平成 1 5 年 1 1 月 1 9 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】

平成15年 9月30日

特願 2 0 0 3 - 3 4 0 9 3 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 0 1 0 2 1 5 3 3]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 4 月 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区霞が関 1 - 3 - 1

氏 名

独立行政法人産業技術総合研究所

特願 2 0 0 3 - 3 4 0 9 3 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 3 3 5 7 7 3 5]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 9 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

宮城県桃生郡矢本町大曲字下台 1 2 8 - 1 5 2

氏 名

株式会社 R E O 研究所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.